

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 35 380.8  
**Anmeldetag:** 02. August 2002  
**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH,  
Stuttgart/DE  
**Bezeichnung:** Verfahren zur dynamischen Speicherverwaltung  
**IPC:** G 11 C, G 06 F

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 20. Juni 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag



Wehner

22.07.2002

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10 Verfahren zur dynamischen Speicherverwaltung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur dynamischen Speicherverwaltung sowie eine Speichereinrichtung und ein System zur Durchführung dieses Verfahrens. Des weiteren  
15 betrifft die Erfindung ein Computerprogramm und ein Computerprogrammprodukt.

Stand der Technik

20 In Steuergeräten eingesetzte Mikrocontroller verfügen üblicherweise über nichtflüchtige Speichereinrichtungen, in denen die zum Steuern notwendigen Funktionen als Programmcode abgelegt sind. Notwendigerweise ist in der Speichereinrichtung ein Startprogramm bzw. Startupcode  
25 vorgesehen, der in einem sogenannten Bootbereich oder auch Basis-Ein-Ausgabe-System bzw. BIOS (BIOS: Basic Input Output System) abgelegt ist und der die beim Hochfahren des Mikrocontrollers notwendigen Programmbefehle enthält.

30 Die Speichereinrichtung umfaßt somit einen Bootbereich und eine Anzahl von Funktionen bzw. Applikationen.

Üblicherweise wird ausgehend vom Bootblock im Rahmen der Speicherverwaltung die ebenfalls in der Speichereinrichtung

abgelegten Funktionen überprüft. Dies erfolgt bspw. beim Hochfahren des Mikrocontrollers, um einen fehlerfreien Betrieb des Steuergeräts zu gewährleisten.

- 5 Die Prüfung geschieht dabei über allgemein bekannte Algorithmen, wie bspw. eine Additions-Prüf- bzw. Checksumme oder mittels einer zyklischen Blocksicherung über eine sogenannte CRC-Checksumme (CRC: cyclic redundancy check). Der restliche Speicher kann in logische Speicherblöcke
- 10 aufgeteilt sein. Eine einzelne Prüfung geschieht immer über einen logischen Speicherblock, wobei das Speicherlayout im Bootblock vorgegeben ist.

- Nachteilig dabei ist, daß, da im Bootblock das
- 15 Speicherlayout des restlichen Speichers festgelegt ist, eine Änderung des Speicherlayouts zwangsläufig zu einer Änderung des Bootblocks führt. Der Bootblock kann somit nicht "sicher" ausgetauscht werden.

- 20 Vorteile der Erfindung

- Demgegenüber ist bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur dynamischen Speicherverwaltung einer Speichereinrichtung, die einen ersten Speicherblock, in dem ein Startprogramm
- 25 abgelegt ist, und eine Anzahl von weiteren Speicherblöcken umfaßt und bei der der erste Speicherblock und die weiteren Speicherblöcke mittels einer verketteten Liste verbunden sind, vorgesehen, daß beim Prüfen der Speichereinrichtung die verkettete Liste durchlaufen wird und das Startprogramm
- 30 für eine Prüfung notwendige Daten aus den Speicherblöcken selbst erhält.

In einer verketteten Liste ist in jedem Speicherblock ein Verweis auf den nächsten Speicherblock gespeichert.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht somit eine flexible dynamische Speicherverwaltung. Eine Änderung in Größe und Lage der Speicherblöcke hat keine Auswirkung auf  
5 den Bootblock. Außerdem können Speicherblöcke auch einzeln ersetzt werden.

Die Erfindung ermöglicht eine dynamische Speicherverwaltung, ohne daß sich der Startupcode ändert.  
10 Dies wird durch eine Partitionierung des Speichers und die Einführung einer verketteten Liste erreicht. Der Startupcode erhält die Informationen über die zu prüfenden Blöcke nicht aus einer Liste im Startupcode, sondern aus den Blöcken. Somit können Speicherblöcke problemlos dem  
15 System hinzugefügt werden, da jeder Block auch Logistikinformationen enthält.

Die Prüfung kann mittels einer Additions-Prüfsumme bzw. Additions-Checksumme oder einer zyklischen Blocksicherung,  
20 d.h. über eine CRC-Checksumme, durchgeführt werden.

Die Prüfung kann beim Systemhochlauf oder aber auch im Hintergrund bei normalem Betrieb des Systems erfolgen. Dabei stellt die Prüfung die Datenintegrität der  
25 Speichereinrichtung sicher.

Die erfindungsgemäße Speichereinrichtung umfaßt einen ersten Speicherblock, in dem ein Startprogramm abgelegt ist, und eine Anzahl von weiteren Speicherblöcken. Dabei  
30 sind der erste Speicherblock und die weiteren Speicherblöcke mittels einer verketteten Liste verbunden und jeder der weiteren Speicherblöcke enthält für eine Prüfung notwendige Daten.

In Ausgestaltung der Erfindung umfaßt jeder der weiteren Speicherblöcke einen Informationsbereich, in dem Informationen zu dem betreffenden Speicherblock selbst abgelegt sind, und einen Prüfbereich, in dem Informationen  
5 zur Durchführung der Prüfung abgelegt sind.

Das erfindungsgemäße System weist eine Recheneinheit und eine Speichereinrichtung auf. Die Speichereinrichtung enthält einen ersten Speicherblock, in dem ein  
10 Startprogramm abgelegt ist, und eine Anzahl von weiteren Speicherblöcken. Der erste Speicherblock und die weiteren Speicherblöcke sind mittels einer verketteten Liste verbunden. Jeder der weiteren Speicherblöcke enthält für eine Prüfung notwendige Daten.

15 Als Speichereinrichtung dient vorzugsweise ein nichtflüchtiger Speicherbaustein. Als nichtflüchtige wiederbeschreibbare Speichereinrichtungen bieten sich beispielsweise EPROMs und Flashspeicherbausteine an.

20 Als Recheneinheit ist vorzugsweise ein eingebetteter bzw. embedded Mikrocontroller vorgesehen.

Das erfindungsgemäße Computerprogramm umfaßt  
25 Programmcodemittel zum Ausführen der Schritte des vorstehend beschriebenen Verfahrens und wird auf einem Computer oder einer entsprechenden Recheneinheit durchgeführt.

30 Das Computerprogrammprodukt ist auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert. Als geeignete Datenträger kommen EEPROMs und Flashmemories, aber auch CD-ROMs, Disketten sowie Festplattenlaufwerke zum Einsatz.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die  
5 nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

10 Die Erfindung ist anhand von Ausführungsbeispielen in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung ausführlich beschrieben.

Figur 1 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform des  
15 erfindungsgemäßen Systems in schematischer Darstellung.

Figur 2 zeigt die Struktur einer bevorzugten  
20 Ausführungsform der erfindungsgemäßen Speichereinrichtung.

Figur 3 zeigt schematisch den Aufbau von in einer  
erfindungsgemäßen Speichereinrichtung abgelegten Speicherblöcken.

25 Figur 4 verdeutlicht in einer schematischen Darstellung das Konzept der verketteten Liste.

In Figur 1 ist ein erfindungsgemäßes System, insgesamt mit  
30 der Bezugsziffer 10 bezeichnet, dargestellt. Dieses weist eine elektronische Recheneinheit 12, und eine Speichereinrichtung 14, in diesem Fall ein EPROM, auf. Die Recheneinheit 12 und die Speichereinrichtung 14 sind über eine Datenleitung 16 miteinander verbunden, so daß die

Recheneinheit 12 Zugriff auf die in der Speichereinrichtung 14 abgelegten Daten hat.

In der Speichereinheit 14 sind drei Speicherblöcke 18  
5 enthalten. In diesen Speicherblöcken 18 sind Funktionen bzw. Applikationen enthalten.

Wie mit Pfeilen 20 verdeutlicht ist, sind die Speicherblöcke 18 als verkettete Liste abgelegt. Das  
10 bedeutet, daß grundsätzlich in jedem Speicherblock 18 ein Verweis auf den nächsten in der Reihenfolge der verketteten Liste angeordneten Speicherblock 18 abgelegt ist. Lediglich der letzte Speicherblock 18 in der Liste hat eine Kennung, die darauf hinweist, daß die verkettete Liste zu Ende ist.

15

In den Speicherblöcken 18 sind jeweils Daten bzw. Informationen enthalten, die ein Prüfen bzw. Testen des betreffenden Blocks ermöglichen.

20 Die in der Speichereinrichtung 14 abgelegten Speicherblöcke 18 sind grundsätzlich immer aktuell. Die verkettete Liste wird dazu eingesetzt, eine variable Speicherstruktur aufzubauen, die eine flexible dynamische Speicherverwaltung erlaubt.

25

In Figur 2 ist die Struktur einer erfindungsgemäßen Speichereinrichtung wiedergegeben. Ein erster Speicherblock, der Bootblock 30, enthält den Startupcode, der das Hochfahren des gesamten Systems, bspw. nach einem  
30 Rücksetzen (Reset), steuert. Der Startupcode ist typischerweise projektunabhängig. Es werden nur wenige Änderungen im Laufe der Entwicklung vorgenommen. Somit ist eine hohe Stabilität gegeben.

In einem zweiten Block, dem sogenannten Protected-Area-Block 32 (Speicherblock für einen geschützten Bereich), sind projektabhängige Daten enthalten, die nur wenig geändert werden sollen und deshalb besonders geschützt  
5 sind.

In einem dritten Block, dem Anwendungsblock 34, ist ein Anwendungsprogramm abgelegt. Dieses unterliegt im Laufe der Entwicklung häufigen Änderungen. Es muß auch möglich sein,  
10 diesen Block 34 auszutauschen, ohne den Bootblock 30 modifizieren oder gar austauschen zu müssen.

In einem vierten Block, dem Datenblock 36, sind die zum Betrieb des gesamten Systems erforderlichen Anwendungsdaten  
15 enthalten, die ebenfalls häufig sowohl bei der Entwicklung als auch im späteren Betrieb geändert werden müssen.

In Figur 3 ist beispielhaft die Struktur eines Speicherblocks 40 dargestellt. Ein Zeiger 42 verdeutlicht  
20 die Referenzierung auf diesen Block 40 von einem in der verketteten Liste voranstehenden Speicherblock. Ein Zeiger 44 zeigt auf einen nächsten Block in der Liste.

In dem Speicherblock 40 ist ein Informationsbereich 46  
25 vorgesehen, in dem Informationen zu dem betreffenden Speicherblock 40 selbst, wie bspw. eine Kennung, abgelegt sind.

In einem Prüfbereich 48 sind Informationen zur Durchführung  
30 der Prüfung enthalten. Diese Informationen definieren die Art und Weise, wie dieser Speicherblock 40 geprüft wird.

In einem dritten Bereich 50 ist die sogenannte Nutzlast (Payload) des Speicherblocks 40 abgelegt.

Der Informationsbereich 46 enthält in einer ersten Sektion 52 Daten zur Identifikation des Speicherblocks 40. In einer zweiten Sektion 54 ist der Verweis auf den in der  
5 verketteten Liste nächsten Speicherblock enthalten. In einer dritten Sektion 56 können weitere Verweise enthalten sein.

Der Prüfbereich 48 enthält in mehreren Sektionen 58  
10 Prüfdaten für unterschiedliche Prüfbereiche.

In Figur 4 ist zur Verdeutlichung das Konzept der verketteten Liste dargestellt. Zu erkennen ist ein Bootblock 70, ein Protected-Area-Block 72, ein  
15 Anwendungsblock 74 und ein Datenblock 76. Die Blöcke 70, 72, 74 und 76 sind in einer verketteten Liste angeordnet, d. h. daß die ersten drei Blöcke 70, 72 und 74 jeweils auf den entsprechenden nächsten Block 72, 74, 76 zeigen. Lediglich der Datenblock 76 enthält eine Kennung, die  
20 anzeigt, daß die verkettete Liste zu Ende ist.

In dem Bootblock 70 ist der Startupcode gespeichert, der beim Hochfahren des Systems die dafür notwendigen Abläufe steuert. In dem Protected-Area-Block 72 ist ein  
25 Informationsbereich 78, ein Prüfbereich 80 und ein geschützter Datenbereich 82 enthalten. Auch der Anwendungsblock 74 umfaßt einen Informationsbereich 84, einen Prüfbereich 86 und einen Datenbereich 88. Entsprechendes gilt für den Datenblock 78, der ebenfalls  
30 einen Informationsbereich 90, einen Prüfbereich 92 und einen Datenbereich 94 aufweist.

Durch die Partitionierung des Speichers und Einführung einer verketteten Liste wird eine dynamische

Speicherverwaltung ermöglicht, ohne daß der Startupcode zu ändern ist. Dabei holt sich der Startupcode die Informationen über die zu prüfenden Blöcke nicht aus einer Liste im Startupcode, sondern aus den Blöcken selbst. Somit  
5 können Blöcke ohne weiteres dem System hinzugefügt werden, da jeder Block die zur Prüfung notwendigen Daten und darüber hinaus Logistikinformationen enthält.

Eine Partitionierung des Speichers ermöglicht eine  
10 Unterteilung dessen in logische Blöcke. Die einzelnen Partitionen bzw. Blöcke können ausgetauscht werden, ohne daß eine Änderung des Startupcodes notwendig wird.

Um Lage und Größe der Blöcke leicht ändern zu können, sind  
15 diese mittels einer verketteten Liste verbunden. Diese wird ausgehend vom Startupcode durchlaufen. Jeder Block enthält die dazu notwendigen Zusatzinformationen in einem Informationsbereich und einem Prüfbereich. Mit der Prüfung bzw. dem Test kann die Datenintegrität sichergestellt  
20 werden.

Das Durchlaufen der verketteten Liste erfolgt gesichert. Vor dem Auswerten der gelesenen Informationen werden diese geprüft. So sind bspw. die Informationen in dem  
25 Informationsbereich selbst durch einen Prüfsummenalgorithmus geschützt. Es werden erst Informationen aus dem Informationsbereich verwendet, wenn dessen Integrität sichergestellt ist. Entsprechendes gilt für den Inhalt der Prüfbereiche.

22.07.2002

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

### Ansprüche

- 10 1. Verfahren zur dynamischen Speicherverwaltung einer  
Speichereinrichtung (14), die einen ersten Speicherblock  
(18, 30, 40, 70), in dem ein Startprogramm abgelegt ist,  
und eine Anzahl von weiteren Speicherblöcken (18, 32, 34,  
36, 40, 72, 74, 76) umfaßt und bei der der erste  
15 Speicherblock (18, 30, 40, 70) und die weiteren  
Speicherblöcke (18, 32, 34, 36, 40, 72, 74, 76) mittels  
einer verketteten Liste verbunden sind, wobei beim Prüfen  
der Speichereinrichtung (14) die verkettete Liste  
durchlaufen wird und das Startprogramm für eine Prüfung  
20 notwendige Daten aus den weiteren Speicherblöcken (18, 32,  
34, 36, 40, 72, 74, 76) selbst erhält.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Prüfung mittels  
einer Additions-Prüfsumme durchgeführt wird.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Prüfung mittels  
einer zyklischen Blocksicherung durchgeführt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem  
30 die Prüfung beim Hochfahren eines die Speicherblöcke (18,  
30, 32, 34, 36, 40, 70, 72, 74, 76) enthaltenden Systems  
(10) durchgeführt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die Prüfung während des Betriebs eines die Speicherblöcke (18, 30, 32, 34, 36, 40, 70, 72, 74, 76) enthaltenden Systems (10) im Hintergrund durchgeführt wird.

5

6. Speichereinrichtung mit einem ersten Speicherblock (18, 30, 40, 70), in dem ein Startprogramm abgelegt ist, und einer Anzahl von weiteren Speicherblöcken (18, 32, 34, 36, 40, 72, 74, 76), wobei der erste Speicherblock (18, 30, 40, 72) und die weiteren Speicherblöcke (18, 32, 34, 36, 40, 72, 74, 76) mittels einer verketteten Liste verbunden sind und jeder der weiteren Speicherblöcke (18, 32, 34, 36, 40, 72, 74, 76) für eine Prüfung notwendige Daten enthält.

10

7. Speichereinrichtung nach Anspruch 2, bei der jeder der weiteren Speicherblöcke (18, 32, 34, 36, 40, 72, 74, 76) einen Informationsbereich (46, 78, 84, 90), in dem Informationen zu dem betreffenden Speicherblock selbst abgelegt sind, und einen Prüfbereich (48, 80, 86, 92), in dem Informationen zur Durchführung der Prüfung abgelegt sind, umfaßt.

20

8. System mit einer Recheneinheit (12) und einer Speichereinrichtung (14), die einen ersten Speicherblock (18, 30, 40, 70), in dem ein Startprogramm abgelegt ist, und eine Anzahl von weiteren Speicherblöcken (18, 32, 34, 40, 36, 72, 74, 76) enthält, wobei der erste Speicherblock (18, 30, 40, 70) und die weiteren Speicherblöcke (18, 32, 34, 36, 40, 72, 74, 76) mittels einer verketteten Liste verbunden sind und jeder der weiteren Speicherblöcke (18, 32, 34, 36, 40, 72, 74, 76) für eine Prüfung notwendige Daten enthält.

25

30

9. System nach Anspruch 8, bei dem als Speichereinrichtung (14) ein nichtflüchtiger Speicherbaustein dient.

5 10. System nach Anspruch 8 oder 9, bei dem als Recheneinheit (12) ein eingebetteter Mikrocontroller vorgesehenen ist.

10 11. Computerprogramm mit Programmcodemitteln, um alle Schritte eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 durchzuführen, wenn das Computerprogramm auf einem Computer oder einer entsprechenden Recheneinheit (12), insbesondere einer Recheneinheit (12) in einem System (10) gemäß Anspruch 8, durchgeführt wird.

15 12. Computerprogrammprodukt mit Programmcodemitteln, die auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert sind, um alle Schritte eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 durchzuführen, wenn das Computerprogramm auf einem  
20 Computer oder einer entsprechenden Recheneinheit (12), insbesondere einer Recheneinheit (12) in einem System (10) gemäß Anspruch 8, durchgeführt wird.

22.07.2002

5 ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

### Verfahren zur dynamischen Speicherverwaltung

10

Zusammenfassung

Es werden ein Verfahren zur dynamischen Speicherverwaltung  
sowie eine Speichereinrichtung und ein System zur  
15 Durchführung dieses Verfahrens beschrieben. Des weiteren  
wird ein Computerprogramm und ein Computerprogrammprodukt  
vorgestellt. Die beschriebene Speichereinrichtung umfaßt  
einen ersten Speicherblock (70), in dem ein Startprogramm  
abgelegt ist, und eine Anzahl von weiteren Speicherblöcken  
20 (72, 74, 76). Der erste Speicherblock (70) und die weiteren  
Speicherblöcke (72, 74, 76) sind mittels einer verketteten  
Liste verbunden, die beim Prüfen der Speichereinrichtung  
durchlaufen wird. Dabei erhält das Startprogramm zum Prüfen  
notwendige Daten aus den Speicherblöcken (72, 74, 76)  
25 selbst.

(Figur 4)

1 / 3

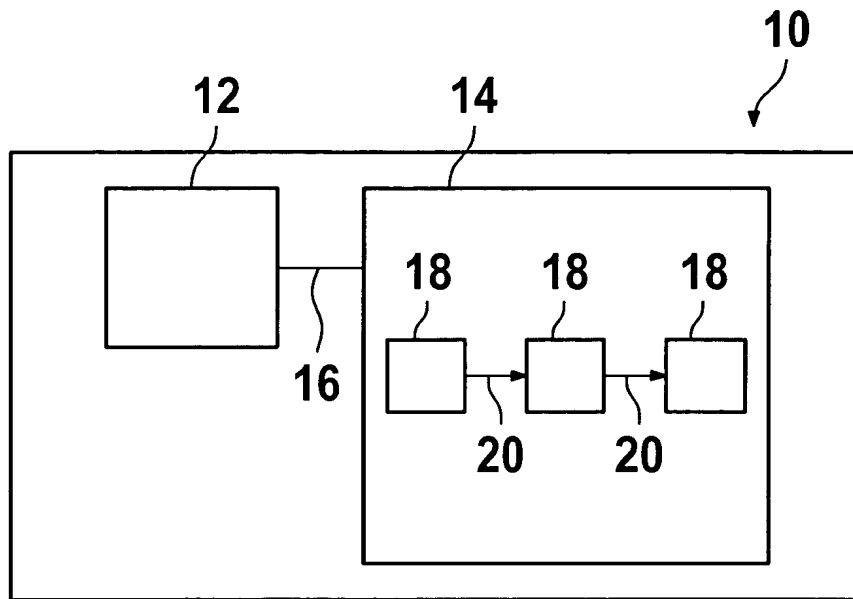


FIG. 1

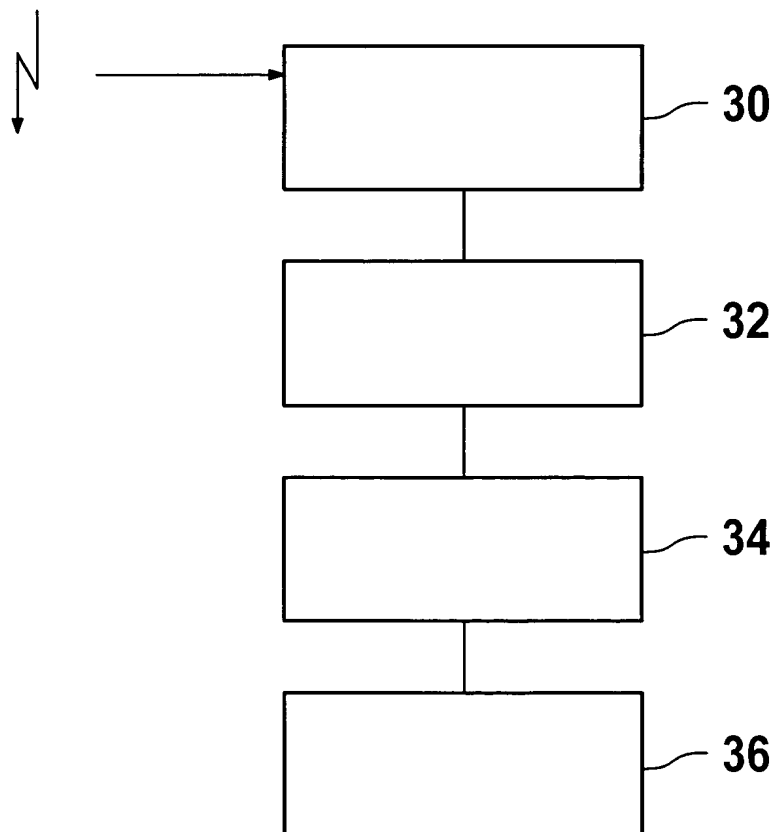


FIG. 2

2 / 3

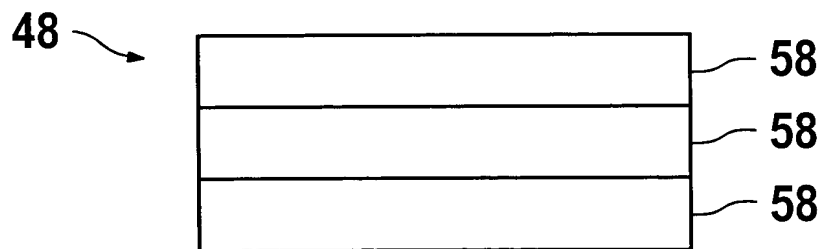
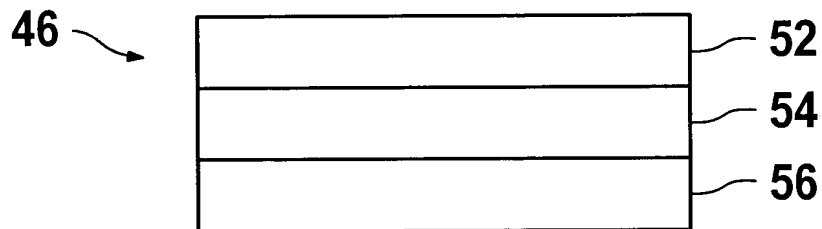
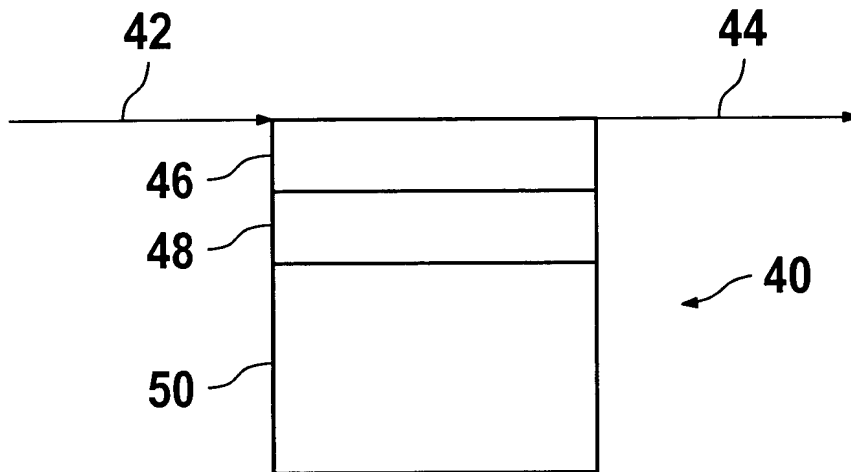


FIG. 3

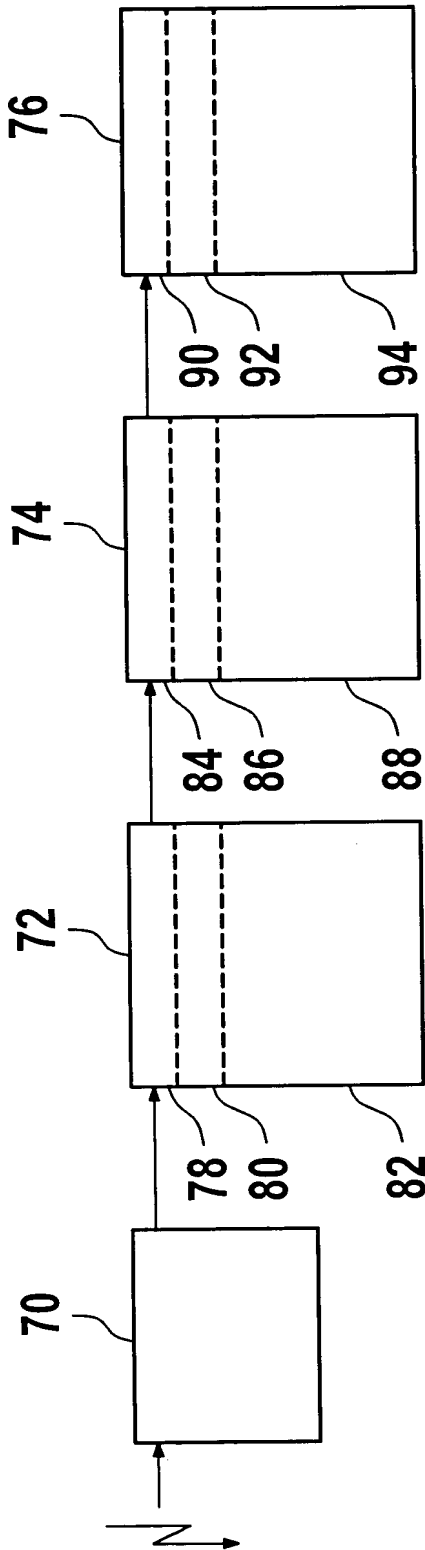


FIG. 4